

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 22420081151462

UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

厦门湾三维生态动力学模型的模拟应用

The application of a three-Dimensional Seasonal Numerical
Ecosystem Dynamic Model in Xiamen Bay

马 腾

指导教师姓名: 潘伟然 副教授

专 业 名 称: 物 理 海 洋 学

论文提交日期: 2011 年 05 月

论文答辩时间: 2011 年 05 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2011 年 05 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

摘 要	1
第 1 章 引言	5
1.1 厦门湾概况	6
1.1.1 同安湾概况	7
1.1.2 西海域概况	8
1.1.3 九龙江河口概况	8
1.2 研究目的及意义	9
1.3 研究动态	11
1.4 研究内容及创新目标	13
1.5 研究技术路线图	14
第 2 章 厦门湾潮流模型及生态动力学模型	17
2.1 厦门湾三维潮流模型	17
2.1.1 模型简介	17
2.1.2 潮流验证结果	19
2.2 厦门湾生态动力学数值模型	21
2.2.1 生态模型的计算条件	21
2.2.2 初始条件	22
2.2.3 边界条件	22
2.2.4 九龙江径流影响	22
2.2.5 参数取值	23
2.3 模型中主要生态因素及其研究意义	25
2.3.1 溶解无机氮 (DIN)	25
2.3.2 化学需氧量 (COD)	26

2.3.3 溶解氧 (DO)	26
2.3.4 浮游植物 (PHY)	27
2.3.5 浮游动物 (ZOO)	27
2.3.6 颗粒有机碳 (POC)	28
第 3 章 厦门湾各生态变量夏、冬季水平分布特征.....	29
3.1 厦门湾 DIN、DIP 及 PHY 值水平分布.....	29
3.2 厦门湾表层硝酸盐值夏、冬季水平分布	38
3.3 浮游动物 (ZOO) 夏、冬季水平分布	43
3.4 颗粒有机碳 (POC) 夏、冬季水平分布	48
第 4 章 厦门湾生态要素冬、夏季垂向分析	53
4.1 西海域及同安湾站位点 COD 值夏、冬季垂直分布	53
第 5 章 结论和展望	57
5.1 结论	57
5.2 展望	59
参考文献	60
致谢	64

Contents

Abstract.....	3
Chapter 1 Introduction.....	5
1.1 Basic Information on Xiamen Bay	6
1.1.1 Tongan Bay.....	7
1.1.2 The Western Basin.....	8
1.1.3 Jiulongjiang River Estuary	8
1.2 Objectives	9
1.3 Review of Research Background.....	11
1.4 Purpose and mothology.....	13
1.5 The technical route of the experiment	14
Chapter 2 Model Setup and Validations.....	17
2.1 The 3D hydrodynamic model	17
2.1.1 The introduction of the model	17
2.1.2 verification results of the model.....	19
2.2 The biological model of Xiamen Bay	21
2.2.1 The calculational condition	21
2.2.2 The initial condition	22
2.2.3 The boundary condition	22
2.2.4 The influence of Jiulong River runoff.....	22
2.2.5 The calculational parameters.....	23
2.3 Importance of the research	25
2.3.1 Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN)	25

2.3.2 Chemical Oxygen Demand (COD)	26
2.3.3 Dissolved Oxygen (DO)	26
2.3.4 Phytoplankton (PHY).....	27
2.3.5 Zooplankter (ZOO)	27
2.3.6 Particulate Organic carbon (POC)	28
Chapter 3 Distributions of ecological factors in summer and winter	29
3.1 The distribution characteristics of DIN、 DIP、 PHY	29
3.2 The distribution characteristics of Nitrate	38
3.3 The distribution characteristics of ZOO	43
3.4 The distribution characteristics of POC.....	48
Chapter4 Vertical distribution characteristics of Xiamen bay.....	53
4.1 The vertical distribution characteristics of COD in Tong'an bay and the west sea	53
Chapter5 Conclusion and prospects	57
5.1 Conclusion	57
5.2 Prospects.....	59
References	60
Acknowledgement	64

摘要

本论文基于厦门湾三维水动力模型和 NPZD(氮、浮游植物、浮游动物及碎屑)的生态动力学模型,对厦门湾的潮汐涨落及其影响下的生态环境要素进行分析,研究结果表明:

厦门湾的潮流特征为正规半日潮,运动形式为往复流。潮流的分布受到地形影响显著,大潮期间流速相对较大,西海域和宝珠屿附近海域大致以南北向为主,九龙江河口区以东西向为主。整体来说湾口处流速较大,湾顶处较小。厦门湾涨落潮时呈现出明显的三水道,低潮时,在九龙江南港和北港、同安湾湾顶等海域均出现潮滩干出现象,厦门湾的动力过程受强潮作用。

由于浮游植物的调控作用,计算结果显示总氮及无机氮值冬季略高于夏季,因为夏季为浮游植物的生长季节,对氮的吸收作用较明显。厦门湾海域 DIN(溶解无机氮)值普遍都在 500 mg/m^3 以上,其中九龙江是厦门湾无机氮的主要输入来源,它将上游大量含氮淡水带入厦门湾。无机氮值的重要组成部分的硝酸盐值略呈现夏季高于冬季的结果,这是因为硝化作用对温度反应敏感的原因。无论是九龙江区域,还是西海域和同安湾,其夏季硝酸盐值是普遍高于冬季的。

DIP(溶解无机磷)的分布则呈现与 DIN 不同的特点,最高值出现在同安湾湾顶,可达 75 mg/m^3 ,其分布随着湾顶向湾口至外海呈现递减的趋势。而 PHY(浮游植物)值变化的海域范围较大,由同安湾的高值一直延伸至外海。主要原因可能是因为夏季是营养盐、温度、光照等条件都较适合浮游植物生长的季节,因此厦门湾整体海域的浮游植物含量都较高,最高至 122 mg/m^3 。

DIN、DIP 及 PHY 值表、中、底各层分布趋势大致吻合,垂向变化不大,表明在厦门湾强潮流作用下,生态因素的分布混合均匀。但在高、低潮时呈现明显的潮流驱动作用,主要体现在其表层的分布随潮流的差异。现 PHY 的分布与 DIP 分布规律更接近,对应也较密切,这与厦门湾浮游植物生长主要是磷控制的结论相符。结合同安湾的 DIN、DIP 及浮游植物分布,可见 PHY 的分布则更倾向于受磷控制。

夏季 PHY 值会明显高于冬季,因为夏季浮游动物幼体和暖水性种类会明显增多。从地形分布上,ZOO(浮游动物)最高值分布在同安湾湾顶、西海域北部

海区及九龙江入海口，并以沿此三个高值海域向湾外呈现明显的递减趋势。POC（颗粒有机物）值变化明显的范围集中在九龙江入海口、西海域和同安湾区域。冬、夏两季的 POC 最高值都出现在西海域北部海域，其它高值则都出现在同安湾湾顶及九龙江北溪、南溪处，总体呈现近岸高，远岸低的特征。

COD（化学需氧量）值在垂直方向上差别较小，证明海水混合比较均匀。随着时间的推移，在 12 小时左右呈现出明显的高低值。以 6 小时为界，前半段是高值区，后半段是低值区，这与厦门湾是正规半日潮吻合良好，证明站点受潮流驱动影响显著。

关键词：厦门湾；生态因素；季节变化

Abstract

A 3D hydrodynamic model coupled with a NPZD biological model is developed to investigate the circulation and ecosystem dynamics for Xiamen Bay. The hydrodynamic model is well validated against the observations, which provides confidence for biological simulation. From the results, we find the flow pattern in Xiamen Bay is characterized by a semi-diurnal tidal current that is significantly affected by bathymetry. During Spring tides, the tidal currents are apparently strong. While currents in north-south direction exist in the vicinity of the Western basin and Zhubaoyu Islet, east-west flow is found in the Jiulongjiang estuary because of its layout and the effect of river runoff. Generally, flow strength attenuates from bay mouth to the bay head. Additionally, three separated channels are found to serve as the ducts of relative strong flow. When ebbing, leak beach develops close to Jiulongjiang River southern bay and northern bay as well as Tongan Bay head.

Due to summer growth of phytoplankton, nitrate and nitrite are highly demanded. Resulting from this summer demand, the model simulation shows higher total N and DIN during winter than summer. On average, the DIN concentration is around 500 mg/m³ in Xiamen Bay with Jiulongjiang River serving as the main source which brings high concentration nutrients from upstream. Nitrate concentration, the main part of DIN, increases slightly from winter to summer, in most area including Jiulongjiang estuary, the Western basin and Tongan Bay, partly due to the sensitivity of N fixation to temperature.

However, the distribution of DIP turns to be very different with the highest value, up to 75 mg/m³, at the Tongan Bay head from where DIP concentration then decreases. Low DIP is found near Xiamen Bay mouth and in the coastal waters. Phytoplankton concentration varies from location to location. High values, up to 120 mg/m³, extend from Tongan Bay to offshore water bodies covering the whole bay in summer. The main reason of this distribution is summer nutrient level, temperature and light condition are all favorable for phytoplankton growth.

Since the whole water column is well mixed by strong tidal mixing, the biological

factors such as nutrients and temperature tends to be vertically homogenous. So the vertical distributions of DIN, DIP and PHY are similar with very weak vertical gradients. Tide also plays an important role in driving these distributions. The area of high concentrations extends dramatically during ebb. In Xiamen Bay, the phytoplankton growth is mainly P-limited. In our model simulation, phytoplankton distribution shows to be highly correlated with DIP pattern.

In summer, the numbers of zooplankton larvae and worm water species increase leading to a higher density of zooplankton. Zooplankton density decreases from Tongan Bay head, the northern area of the Western basin and Jiulongjiang River mouth to the coastal. Variations of Partial Organic Carbon (POC) are only significant in the vicinity of Jiulongjiang River mouth, the Western basin and Tongan Bay. There is high POC near those locations both in winter and summer. Typically, POC is higher in near shore region than in offshore waters.

COD tend to be vertically homogenous due to strong mixing. COD values are high during flood while low during ebb, varying in a 12-hour period manner correlated well with the semi-diurnal tides in Xiamen Bay.

Keywords: Xiamen bay; ecological factors; seasonal variation

第1章 引言

海洋是生命的摇篮,不仅孕育了人类的文明,也是人类人口赖以生存和发展的资源宝库。现今人类的 70%以上,过半数的超百万人口的大城市,都离海岸线不足 100 km,这反映了人类与海洋之间的密切关系。作为地球生态系统的重要组成部分,海洋在调节气候、维持生态平衡方面也起着举足轻重的作用,对于困扰全世界的人口、资源和环境等难题的解决,人们都寄希望于海洋的开发和利用。而对海洋特征和规律的研究,是开发和利用的基础^[1]。

海洋科学是 19 世纪 40 年代以来出现的一门学科,它实际是在物理学、化学、生物学、地理学背景发展起来的,形成了海洋气象学、物理海洋学、海洋化学、海洋生物学和海洋地质学等专业。但海洋是一个开放的、具有多样性的复杂系统,其中有各种不同时空尺度和不同层次的物质存在和运动形态,这一属性又决定了海洋科学的多学科综合与交叉^[2]。从现代海洋学建立初期发展至今,海洋学家们不再满足于对现象直观描述性的理解,从而开始了对各种过程机理的研究与探讨。由于海洋中各种自然现象过程的复杂性以及观测和试验手段的落后,人们逐渐地认识到多学科的综合研究必须基于结合水动力学、物理学、生物化学等学科,采用现场综合调查分析、现场实验和室内实验及数值模拟等手段来加强对各种现象自身内部的了解,其中生态动力学研究就是其中的一个体现。其中近岸河口、海湾又是大气、海洋和陆地相互作用、相互联系的交叉点,从而成为海洋研究的重点^[3]。

海洋生态动力学着重于环境对海洋生物量时空分布、再产生、循环机理和生物多样性之间的耦合关系的研究,它的发展过程从很大程度上概括了海洋学研究的历史。对整个物理、生物、化学相互作用机理了解而论,海洋生态动力学的研究仍处于初级阶段,迄今为止最重要的成果之一便是基于动力过程、环境要素和浮游植物、浮游动物等相关参量的海洋生态动力模型系列的建立和发展。以较完整的物理过程为基础,从简单的生物过程开始,从“点”的概念发展到“场”的概念,一步一个脚印研究物理与生物场的耦合关系已成为当今海洋生态系统动力学研究的潮流^[4]。

近年来,随着沿海经济的高速发展,人口的膨胀和工业及群众性海水养殖业的迅速发展,中国沿海的生态环境已受到了较严重的破坏,海湾及近岸海域富营

养化的现象已很普遍。赤潮的频发，鱼病突发、鱼、虾大面积毁灭性的死亡无不与生态环境场的恶化有关^[5]。人们在付出巨大的经济代价后已逐渐地认识到了保护人类赖以生存的海洋环境的重要性，以致日益迫切地希望从科学的角度上认识和利用海洋。

作为生态动力学研究在海洋环境和生态保护的应用一例，本文选择厦门湾作为研究的区域，通过对水动力、水环境和生态要素的时空耦合变化特征的模拟分析计算，揭示厦门湾水环境和生态要素的时空变化特征，为厦门湾海域的环境和生态规划和保护提供科学基础数据。

1.1 厦门湾概况

厦门港位于我国东南部沿海，东邻台湾海峡，南接南海东部及西南太平洋，是我国重要的天然深水良港，自然条件优越，是我国东南沿海对外贸易的重要口岸^[6]。

厦门湾位于北纬 $23^{\circ}30' - 28^{\circ}22'$ ，东经 $115^{\circ}50' - 120^{\circ}40'$ 之间，海域面积 13.63 万平方千米，是一个半封闭型海湾，岸线曲折，地形复杂。东有大小金门岛，南有大小担岛，西有九龙江径流注入，北有众多海堤。湾内岸线曲折，岛屿众多，岬湾相间，形成潮汐汊道型海湾。湾内包括了同安湾、厦门西海域、九龙江入海河口区、南部及东部海域（如图 1.1 所示）。

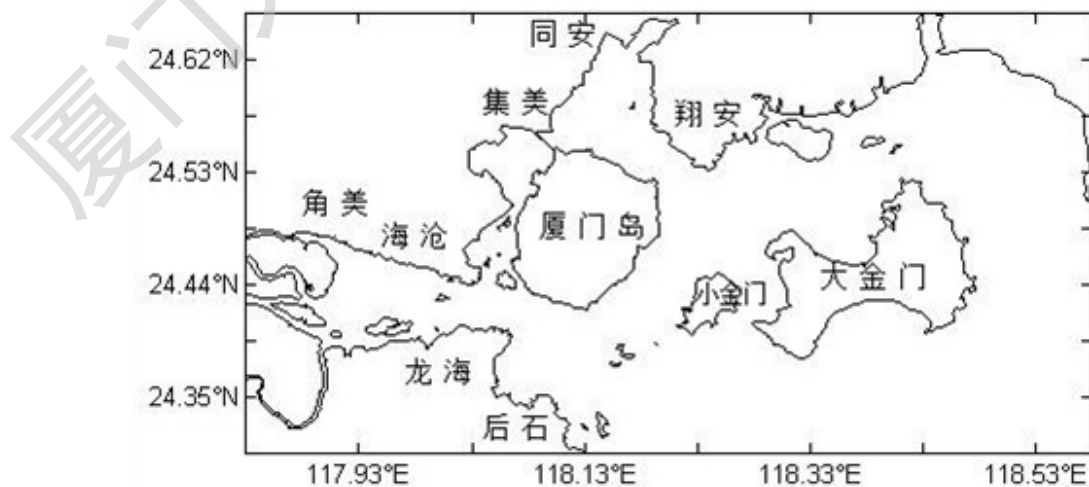


图 1.1 厦门湾平面图

Fig. 1.1 The plane graph of Xiamen bay

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库